



Examensarbete inom Lantmästarprogrammet

TEKNIK FÖR VÅRSKÖRD AV HAMPA TILL STRÅBRÄNSLE

TECHNOLOGY FOR SPRING HARVESTING OF HEMP FOR STRAW FUEL

**Johannes Nilsson
Mattias Olsson**

**Sveriges lantbruksuniversitet
LTJ-fakulteten**

Alnarp 2008

FÖRORD

Lantmästarprogrammet är en tvåårig universitetsutbildning vilken omfattar 120 högskolepoäng (hp). En av de obligatoriska delarna i denna är att genomföra ett arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan t.ex. ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara minst 5 veckors heltidsstudier (7,5 hp) per student, vilket betyder att detta arbete omfattar 15 hp.

Hösten 2007 startades ett projekt inom Partnerskap Alnarp¹ i samarbete med Eslöv Lunds Kraftvärmeverk AB och Lunds Renhållningsverk med namnet "Skördeteknik och skördetidpunkt för storskalig odling av energihampa" med projektnummer 212.

Vårt examensarbete är en del av detta projekt inom Partnerskap Alnarp och SLF-projektet "Utvärdering av metoder för vårskörd av stråbränslen". Examensarbetet ska redogöra för aktuell skördeteknik när energihampa vårskördas och används som stråbränsle samt redovisa mängden spill för några olika skördetekniker. Doktorand Thomas Prade ansvarar för en undersökning av hampans förbränningsegenskaper vid olika skördetidpunkter inom Partnerskapsprojektet.

Vi har båda arbetat praktiskt med odling av energihampa innan vi började studera på Lantmästarprogrammet. Vi tycker att det är en mycket intressant gröda och anser att hampan har stor potential att användas för energiframställning samt att grödan i många fall passar väldigt bra in i våra sydsvenska växtföljder. Det finns inte mycket dokumenterat om vilken teknik som bör användas vid vårskörd av hampa till stråbränsle. Därför valde vi att skriva examensarbetet om teknik för vårskörd av hampa till stråbränsle.

Vid genomförandet av examensarbetet medverkade Br Anderssons, Norrvidinge, Heggelunds och Liljenbergs maskinstationer, vilka vi tackar för gott samarbete och diskussioner runt skördetekniken.

Ett varmt tack riktas till universitetsadjunkt Sven-Erik Svensson och doktorand Thomas Prade, båda vid Område Jordbruk, som varit våra handledare för arbetet. De har bidragit med mycket kunskap, erfarenheter och litteratur för genomförandet av arbetet. Ett extra tack till Thomas för bilder i figur 1. Vi vill också tacka universitetslektor Jan-Eric Englund vid Område Jordbruk, som varit vår examinator och har hjälpt oss med statistiken.

Alnarp, maj 2008

Johannes Nilsson
Mattias Olsson

¹ Partnerskap Alnarp är en samverkansorganisation mellan LTJ-fakulteten (Landskap, Trädgård, Jordbruk) vid SLU och näringsliv, myndigheter och branschorganisationer i den sydsvenska regionen.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	4
SUMMARY	5
INLEDNING	6
LITTERATURSTUDIE.....	7
FÖRSÖKSUPPLÄGGNING	14
RESULTAT	18
DISKUSSION.....	20
REFERENSER	23
BILAGOR.....	24

SAMMANFATTNING

Hampan är en ettårig energigröda som passar väl in i svenska växtföljder. Det är en intressant gröda med många fördelar som t.ex. potentialen att under en växtsäsong bilda en stor mängd biomassa. Hampan är lättodlad och slår ut ogräs med sitt aggressiva växtsätt, utan att kräva någon insats i form av bekämpningsmedel. Det verkar som om intresset för att odla hampa med dagens höga spannmålspriser har sjunkit en aning under våren 2008. Vi anser att spannmålen idag med dess bättre nettovinst kan vara med och bekosta odlingen av hampa. Om hampa införs möjliggörs en bättre växtföljd som på så sätt kan betala tillbaka i ökad skörd i de andra grödorna.

Hampans stora nackdel är vårskörd i bal, eftersom man inte har så stor erfarenhet om hur man ska skörda den på bästa sätt. För skörd av grön hampa på hösten till biogas-anläggningar finns det teknik som fungerar tillfredställande. En vanlig exakthack med majsbord brukar gå bra. Att skörda hampa torr på våren som stråbränsle är ett mycket intressant alternativ avseende förbränningsegenskaperna. Vårskörd har dock visat sig vara besvärlig och den ger ett stort spill vid strängläggning och pressning i bal.

I detta arbete har vi gjort praktiska försök där vi tagit fram en försöksplan på hur man ska mäta spillet vid vårskörd av hampa och sedan genomfört detta hos en odlare utanför Lund. Strängläggningen av hampan gjordes med en modifierad rapshuggare samt en självgående exakthack med en modifierad knivtrumma. Exakthacken placerade materialet på marken i en sträng, istället för att blåsa upp det i en vagn. Det stränglagda materialet pressades sedan med en rundbalspress av flexkammartyp respektive en fyrkantsspress.

Skörden på fältet mättes med hjälp av skörderutor före strängläggning till i genomsnitt 12 ton torrs substans per hektar. Den skördade mängden hampa i balar vägdes och visade ett totalt skördespill på ca 34 %, vilket är oacceptabelt för en gröda som är speciellt odlad för att användas som stråbränsle.

Spill kan vi härleda till avsatt stubb samt söndersmulning av material som åker igenom maskinerna utan att därefter samlas upp av pressen. Om vi räknar bort spillet i form av stubbhöjd och söndersmulning så har vi fortfarande ett relativt stort spill som uppgår till ca 18 %. Att helt förhindra spill vid vårskörd av hampa är i princip omöjligt då tshalterna är så pass höga att det leder till smulning och förlust av materialet.

Vid skördetidpunkten låg grödan bitvis ner, vilket medförde hög stubbhöjd, men annars fungerade båda strängläggningsmaskinerna till belåtenhet och skillnaderna dem emellan ligger främst i kapacitet. Pressningen utfördes med en rundbalspress respektive en fyrkantsspress och det uppmättes ingen skillnad i spill mellan dessa pressar.

SUMMARY

Hemp is an annual energy crop that fits very well in Swedish crop rotations. It is an interesting crop with many benefits, for example its ability to establish a large quantity of biomass in one year. Hemp is easy to grow and out-competes unwanted weeds through its aggressive growth pattern without the need for pesticides. Interest in growing hemp and other energy crops is currently decreasing, apparently because of high grain prices. These high prices give a higher net profit that we believe could partly cover the cost of hemp cultivation, while the hemp in turn would improve the crop rotation and thus repay its debts in the form of increased yields of other crops.

The great disadvantage of hemp is the lack of knowledge about spring harvest of the crop. Spring harvest of hemp as straw fuel produces benefits in combustion quality but appears to generate large field losses of biomass that have not yet been accounted for. A satisfactory technique exists for autumn harvest of green hemp for biogas production.

In this study we carried out field tests to measure harvesting losses in a hemp field close to Lund, southern Sweden. The hemp was cut using a modified (rapeseed) windrower or a forage harvester with a modified header that lays the material on the ground in a swathe instead of blowing it up into a wagon. The material was later baled using a flex chamber round baler or a big baler.

Hemp yield was estimated in the field and averaged 12 tonnes dry matter per hectare. Weighing of bales showed the losses between calculated and measured harvest to be 34%, which is unacceptable in a crop grown specifically for its biomass.

Two main sources of biomass losses were crop stubble and material disintegration by machinery use. However after subtracting these losses, losses of 18% were still unexplained. It is practically impossible to prevent losses at spring harvest because plants are very dry and brittle and the material crumbles easily and falls to the ground. Both the machines tested for cutting the hemp worked well, but there was large difference in their capacity. Both the balers tested worked well, with no differences in capacity or field biomass losses.

INLEDNING

Under de senaste åren har flera olika metoder för vårskörd av hampa som stråbränsle börjat användas i Sverige. Den mest använda tekniken är en självgående exakthack utrustad med ett Kemper 4500 majsbord. Denna skördeteknik fungerar tillfredsställande med relativt hög kapacitet och resulterar i ett finhackat material som kan vidareförädlas till briketter alternativt pellets (Jonsson, 2008; Bernesson, 2006).

För hantering av vårskördad hampa i rund- eller fyrkantsbalar har bland annat en modifierad rapshuggare, MacDon, använts för att stränglägga hampan före pressning i bal. Denna teknik har visat sig fungera utmärkt vissa gånger, medan den vid andra tillfällen inte fungerat alls (Prade, 2008). Dock har denna teknik gett ett relativt stort skördespill. Ska man satsa på hampa som stråbränsle måste man ha en teknik som fungerar och som är effektiv utan stort skördespill. Dessutom bör den gärna vara flexibel och kunna användas för skörd av andra grödor för att kunna optimera ekonomin för aktuella maskiner.

Syftet med detta arbete är att redogöra för aktuell teknik för vårskörd av hampa till stråbränsle som hanteras i fyrkantsbal. Krav finns på att tekniken ska vara tillförlitlig, effektiv och minimera spill genom vald hantering. Idag finns endast bristfällig dokumentation över problematiken vid vårskörd av hampa till stråbränsle i bal. Att finna och dokumentera tekniska lösningar kommer att vara en viktig beståndsdel om hampan skall kunna vara med i våra växtföljder. Vidare krävs att hampan har en väl fungerande hanteringskedja från fält till värmeverk utan stora förluster. Detta intresse ligger både hos odlare och köpare av stråbränslet.

Förra året gjordes ett examensarbete inom lantmästarprogrammet som visade på spill vid vårskörd av hampa på hela 59 % (Sjödahl, 2007). Där fastställs inte vad som är den egentliga anledningen till detta stora spill, och vi gör därför en utökad spillundersökning vid vårskörd av hampa och studerar eventuella skillnader mellan olika skördesystem.

Vi har valt att beskriva och visa upp exempel på teknik för vårskörd av hampa till stråbränsle. Dessutom har vi tittat närmare på spill vid skörd av hampa med självgående hack som stränglägger hampan, för att sedan pressa den i runda eller fyrkantiga balar, beroende på önskad hanteringskedja efter skörd.

Eslöv Lunds Kraftvärmeverk AB är bara intresserad av användning av fyrkantsbalar i sitt hanteringssystem. Vi går inte djupare in på odlingsmetoder som gödselstrategier då detta redan finns väl dokumenterat. Vidare har vi inte heller valt att gå in på skördemetod för hampa till andra användningsområden än för stråbränsle som till exempel fiber- och biogasanvändning.

LITTERATURSTUDIE

Odling av hampa i Sverige har funnits sedan medeltiden. Det var framför allt på Gotland som man odlade industrihampa fram till 1965. Därefter förbjöds det att odla hampa i Sverige, pga. att myndigheterna ville utesluta möjligheten att den skulle bli förväxlad med droghampan. (Bernesson, 2006)

Den 16 jan 2003 tvingades makthavarna i Sverige, efter ett mycket välriktat klubbslag i EG-rätten, motvilligt börja särskilja de drogfria formerna av hampa - s.k. EU-hampa - från övriga former (Ekman, 2008). Följden blev att det nu gick att odla hampa lagligt och att vi så smått kunde börja återhämta den kompetens som hade gått förlorad i Sverige på grund av det långa förbudet som varade i över 35 år (Svensson, 2008). Odling av hampa blev mer attraktivt då intresset för förnyelsebara och miljövänliga produkter fick myndigheterna att ändra inställning till odling av industrihampa (Bernesson, 2006).

Under 2007 odlades det 790 hektar industrihampa i Sverige, men trenden visar på en minskad odling under 2008. Hampa är en intressant gröda som på 150 dagar expanderar från 20 - 25 kg/ha till 20 – 25 ton torr ovanjordisk biomassa/ha. (Ekman, 2008)

Hampa är en växt med många användningsområden. Den kan användas för energi-produktion, fiber- och oljeframställning. Dessa fibrer gör problematiken kring skördeteknik svår. (Svensson, 2008)

I litteraturen nämns ofta begreppet vårskörd när man talar om skördetidpunkt för hampa som stråbränsle (Sjödahl, 2007). Doktorand Thomas Prade, SLU Alnarp, forskar i att fastslå den optimala skördetidpunkten för energihampan med tanke på dess förbrännings-egenskaper. Hampans blad har en del ofördelaktiga bränsleegenskaper, bl.a. hög askhalt och kaliumhalt (Bernesson, 2006). Höga kaliumhalter är inte önskvärda då de kan ge problem vid förbränningen med t.ex. påslag i rökrören, låg asksmältpunkt och tillsammans med klor leda till korrosion av stålet i pannan (Bernesson, 2006).

Hampan behöver en frostknäpp för att sluta växa och tappa bladen (Prade, 2008). Det är en fördel att bladen blir kvar på fältet då det mesta av näringen sitter där (Hansson, 2005). Nackdelar med att skörda senare på våren är förluster av biomassa under vintern, troligen beroende på att delar av plantorna lösgörs på grund av väder och vind, och faller ner på marken. Skörden kan också försvåras om hampan lagt sig under vintern. I odlingsförsök har torrsubstansskörden varit 35 – 40 % lägre vid vårskörd jämfört med skörd på hösten. Skördas hampan efter det att frosten har orsakat att bladen fallit av får näringen möjlighet att återgå till jorden (Bernesson, 2006).

Efter första frosten omfördelar växten sin transport av vatten. Den vissnar först i toppen för att sedan även vissna neråt i växten. Detta gör att man har högre andel vatten i de nedre delarna av plantan under vårsköörden, vilket gör att man inte vill ha den nedersta biten av plantan med vid skörden, då det påverkar vattenhalten (Prade, 2008).

Man kan inte hugga eller slå av hampa med maskiner som har roterande delar, eftersom hampan har en förmåga att linda in sig runt de roterande delarna (Bernesson, 2006).

Skärapparater som är utrustade med dubbelknivblad, fungerar bra att använda vid skörd i hampa av frodiga bestånd (Hansson, 2005). Däremot fungerar inte slätterbalkar med enkelkniv speciellt bra vid skörd av hampa (Bernesson, 2006).

Strängläggare som är avsedd för raps är en annan maskin som har prövats. Det har ofta varit en del problem vid vårskörd med dessa. Det främsta problemet har varit att hampan lindar sig runt haspeln. Detta gör att effektiviteten och kapaciteten sjunker (Bernesson, 2006).

Sjödahl (2007) använde sig av en modifierad rapssträngläggare i sina praktiska försök till sitt examensarbete. Denna maskin var av märket MacDon. Han nämner att körning med den här typen av maskin inte är helt problemfri. Materialet vill gärna fastna i inmatningen på skärbordet och dessutom går det ganska sakta, 0,8 hektar/timme. Vidare mättes ett skördespill på upp till 59 % vid strängläggning och pressning i rundbal.

Majsbord kan också användas vid vårskörd av hampa. Dessa skärbord kan med fördel användas på självgående hackar. Ett skärbord som fungerar bra vid skörd av hampa är Kemper 4500 som är ett radoberoende majsbord. Detta skärbord har en arbetsbredd på 4,5 m och är utrustat med två stora och två små tallrikar. (Andersson, 2008)

Hansson (2005) skriver om ett Kemperbord med sex tallrikar. På dessa sex tallrikar sitter det fingrar som fungerar som kugghjul. Dessa fingrar skall föra in grödan mot en klinga som roterar under den kugghjulsliknande tallriken. Detta bord med sex tallrikar fungerar inte helt problemfritt vid vårskörd av hampa enligt praktiska erfarenheter (Andersson, 2008).

Vi vill egentligen inte ha materialet finhackat, eftersom det inte går att pressa ett finhackat material med en konventionell fyrkantspress. Men nu finns det en lösning på det hela. HempFlax i Holland har utvecklat och patenterat en hacktrumma vid namn Hemp Cut. Den har bara en kniv och resultatet blir hackade bitar som är 20-60 cm långa och dessa är mer lätthanterliga (Heggelund, 2008).

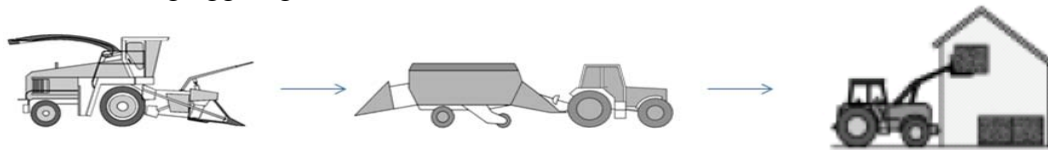
Efter vår genomgång av litteraturen rörande skörd och hantering av hampa som stråbränsle i fyrkantsbalar, har det lett oss fram till fem olika aktuella huvudmetoder att utveckla och använda framöver vid vårskörd av hampa:

Tvåstegsskörd:

- Strängläggning med rapshuggare och därefter pressning.



- Strängläggning med modifierad exakthack och därefter pressning.

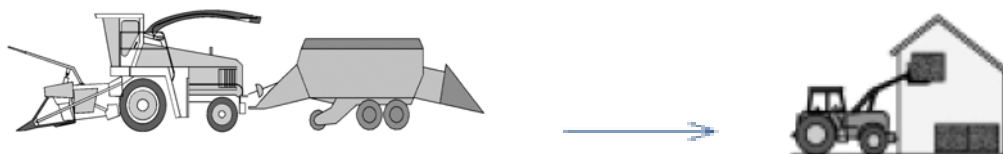


Enstegsskörd:

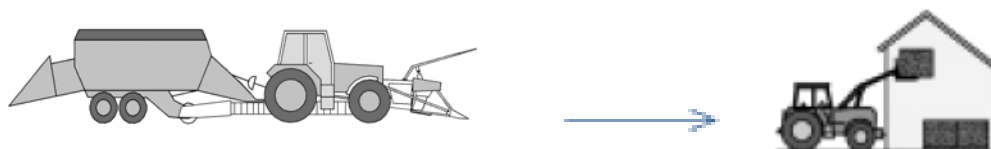
- Självgående press med majsbord.



- Exakthack med majsbord, som drar en press.



- Traktor med majsbord, som drar en press.



*Fig. 1. Exempel på skördekedjor vid vårskörd av hampa i fyrkantsbalar.
(Prade, 2008. Modifierad från Hartmann, 1997)*

Nedan beskriver vi några maskiner som traditionellt inte finns i Sverige. För elefantgräs och hampa har man i Holland och Tyskland utvecklat en speciell teknik för strängläggning (se figur 2). Den bygger på en självgående exakthack med ett radoberoende majsbord. Men här exakthackas inte materialet, utan man endast grovhackar det via en speciell hacktrumma. Istället för originaltrumman för grovfoder sitter det här en trumma med bara en kniv som hackar materialet i 20-60 cm långa bitar. Därefter läggs materialet på marken för att sedan pressas med en vanlig press. (Heggelund, 2008)



Fig. 2. Självgående hack med majsbord som lägger materialet i sträng.

Istället för att först stränglägga materialet med exakthack i långa bitar, för att sedan pressa det, har man i Österrike utvecklat ett koncept som gör detta i ett moment. Där använder man i elefantgräs ett majsbord i fronten på en traktor (se figur 3). Under traktorn sitter ett transportband som för materialet bak till en balpress utan att materialet kommer i kontakt med marken.

På våren håller materialet så låg vattenhalt, under 10 %, att det inte behöver läggas på marken för att torka. Detta koncept borde fungera även i hampa, där vi i så fall troligen eliminerar en stor källa till spill, eftersom materialet inte hamnar på marken. Vid skörd av elefantgräs behöver man inte den speciella hacktrumman, som hackar materialet i 20-60 cm långa bitar. Om det behövs en speciell hacktrumma vid skörd av hampa så går det att lösa även om majsbordet sätts i fronten på traktorn (Andersson, 2008).



Fig. 3. Skörd av elefantgräs i Österrike via ett radoberoende majsbord. Ett transportband under traktorn för materialet direkt till pressen.

Foto: Thomas Prade

Den självgående hacken (figur 2) skulle vara lämplig att kombinera med en bakmonterad press. På så vis får man också en form av enstegsskörd, där det grovhackade materialet inte läggs ut på marken utan förs direkt till pressen med hjälp av ett transportband (se figur 4 och 5). Då skulle maskinkedjan vara effektivare och troligtvis ge betydligt mindre mängd spill. (Svensson, 2008)



Fig. 4. Fyrkantspress utan pickup tillsammans med ett transportband som skulle kunna föra in materialet direkt in i pressen efter den självgående hacken.

<http://www.asabe.org/standards/ICCHP2007DirectBaler.pdf>



Fig. 5. Skördetröska i kombination med press som drivs av tröskans hydraulik.

<http://www.asabe.org/standards/ICCHP2007DirectBaler.pdf>

Det finns självgående pressar från Deutz Fahr där man har satt på ett majsbord istället för en pickup (se figur 6). Materialet läggs inte på marken utan pressas direkt till balar. Detta gör att man undviker spill genom att skörda materialet i ett steg. Man kan även använda ett vanligt pickupbord, men då måste man lägga materialet i sträng först (se figur 7). (Svensson, 2008)



Fig .6. Deutz Fahr Power Press med ett majsbord vid skörd av elefantgräs.

<http://www.getreideheizung.de/bilder/misc-ernte.jpg>



Fig. 7. Självgående press här med pick-upbord för pressning av material i sträng.

<http://www.poljoprivredni-forum.com/viewtopic.php?f=38&t=496>

Utöver de fem huvudmetoderna så finns det ytterligare tänkbara metoder som ännu inte provats i hampa, men som kan vara intressanta att nämna. Dessa maskiner är tillverkade för skörd av bomull (se figur 8 samt Bilaga 1).

Dessa maskiner fungerar antagligen inte i hampa eller liknande grödor utan omfattande ombyggnad. Men de tillverkas av ledande märken för jordbruket och deras princip med

en maskin som skördar och gör balar i ett steg hade varit intressant att få se i stråbränsleproduktion av t.ex. hampa och rörflen. (Svensson, 2008)



Fig. 8. Skördemaskin för bomull.

http://www.deere.com/en_US/ag/feature/2007/product_intro/7760cotton_picker.html

FÖRSÖKSUPPLÄGGNING

Vi har tre olika försök som bygger på varandra. Det första behandlar skördeteknik och de efterföljande två ska redovisa olika spillorsaker.

Försök 1.

Skördeförsök

För att komma fram till skördeförluster gjordes en skördemätning på fältet. Försöken gjordes hos Bertil Göransson utanför Lund som i ett par års tid odlat hampa i försöksverksamhet. Den faktiska biomassaskörden mätte vi upp genom skörd av 10 stycken provrutor som doktorand Thomas Prade hade placerat ut. Hampen stränglades med två olika typer av strängläggare. Materialet pressades därefter med balpress. Balarna transporterades till Alnarp för vägning för att kunna jämföra dess vikt med den uppmätta hektarskörden i provrutorna.

I detta praktiska försök ville vi undersöka skillnader mellan två olika skärapparater. En Claas Jaguar 850 med 4,5 meters Kemperbord där materialet inte går genom den traditionella hacken utan genom en trumma med endast en kniv som sedan lägger materialet på marken i en sträng (se figur 9 och figur 10).



Fig. 9. Jaguar med patenterad hackenhet av HempFlax för skörd av hampa utrustad med ett 4,5 meters Kemperbord. Skörd utanför Lund, 2008.

Foto: Thomas Prade

Denna maskin har aldrig tidigare provats i torr hampa och det finns inte heller någon sådan här maskin i Sverige. Maskinen kommer från Danmark och kördes den 10 april 2008 hos Bertil Göransson.



*Fig. 10. Jaguar med HempFlax hackenhet och Kemper 4500 majsbord.
Foto: Thomas Prade*

Den andra maskinen är en ombyggd och modifierad strängläggare av märket MacDon som har provats i torr hampa förut. Även denna maskin har 4,5 meters arbetsbredd och är försedd med dubbelkniv. Enligt Liljenberg (2008) har maskinen byggts om genom framflyttning av sidokniv, byte av inmatningsskruv och omplacering av stråavskiljare (se figur 11).



*Fig. 11. Liljenbergs strängläggare av märket MacDon.
Foto: Roger Sjö Dahl 2007.*

De stora värmeverken föredrar stora fyrkantsbalar, men då det även finns många gårdspannor som bygger på rundbalar ansåg vi det var relevant att pröva båda dessa system och redogöra för eventuella skillnader samt för- och nackdelar med dessa maskiner.

Pressar som testats är New Holland BR750 (se figur 12) samt New Holland BB980 (se figur 13). Även detta bygger på test i fält, intervjuer och diskussioner med berörda människor samt densitetskontroll av balerna.



Fig. 12. Rundbalspress från Br. Anderssons maskinstation.



Fig. 13. Fyrkantspress från Norrvidinge Maskinstation.

Försök 2.

Stubbhöjdens betydelse för spillet

Syftet med detta försök var att få reda på stubbhöjdens betydelse för spillet vid hampaskörden. Att det lämnas kvar stubb i fält vid skörd är oundvikligt, men det saknas data på hur mycket kvarlämnad stubb minskar skördemängden. Försöket genomfördes i samband med Thomas Prades förbränningsundersökning.

Thomas Prade hade valt ut fem försöksrutor som alla var en kvadratmeter stora och utplacerade i ett fält i Veberöd. Vi klippte av alla plantor i provrutan nere vid marken och samlade in dem och transporterade dem till Alnarp för bearbetning. Innan vi överlämnade materialet till Thomas Prade vägde vi plantorna var och en för sig, först hela plantan och sedan en tillhörande 20 cm lång ”stubbhöjdsbit”. På detta sätt har vi ett hundratal mätvärden som visar hur mycket en 20 cm lång stubbhöjd påverkar biomassaskörden. Senare fick vi av Thomas Prade en genomsnittsvikt på stubbhöjdsbitarnas torrsvikt.

Försök 3.

Spill pga. söndersmulning

När vi utfört försök 2 visste vi inför detta söndersmulningsförsök hur stor betydelse stubben har på skördespillet, men inte hur mycket som går förlorat av att framförallt pressen smular sönder materialet vid pressningen.

Vi tog en löpmeter över ett drags arbetsbredd, i detta fall 3,5 m brett, d.v.s. $3,5 \text{ m}^2$. På denna yta samlade vi ihop spillet i form av söndersmulat material som låg under strängens placering och vägde detta. På detta sätt fick vi reda på hur mycket som smulats sönder av hack och press och kunde sätta detta värde i relation till stubbhöjdens betydelse utifrån resultatet i försök 2.

RESULTAT

Försök 1.

Resultatet av våra skörderutor i hampafältet visar att den uppmätta skörden varierar mellan den lägsta, 7,8 ton ts/ha upp till högsta skörden på 14,6 ton ts/ha. Skörderutorna gav en skörd vars medelvärde blev 12 ton ts/ha (figur 14 med data från skörd i april, se Bilaga 2).

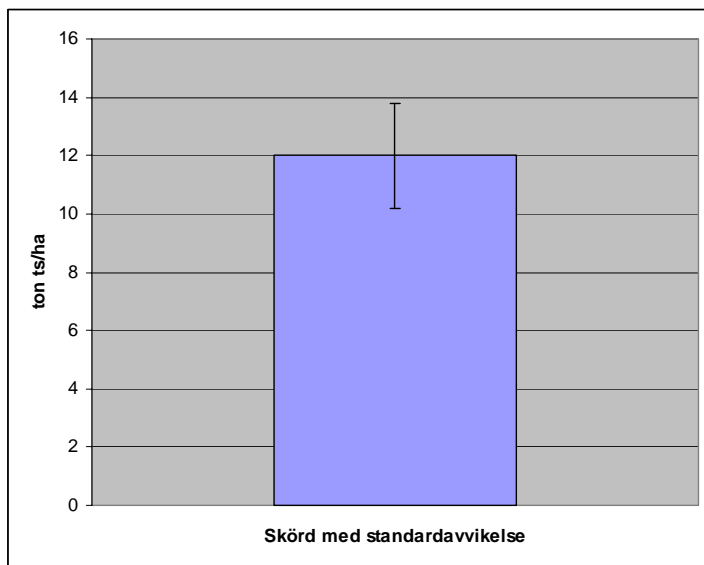


Fig. 14. Avkastning från skörderutorna.

Rundbalspressen körde en sträcka av 775 m och en genomsnittlig arbetsbredd på 3,8 m vilket ger en yta av 0,3 hektar. Vägning av balarna gav en totalvikt på 2520 kg och omräknat i hektar blir det 8400 kg biomassa. Vattenhalten i balarna låg på 5 % så ts-skörden blev följaktligen 7980 kg. Alltså hade vi ett sammanlagt spill på 4020 kg ts per hektar.

Exakthacken fungerade väl efter några få inställningar och med en avverkningshastighet mellan 7 och 10 km/tim. Detta ger en teoretisk avverkning på cirka 3 till 4,5 ha/timme. Föraren uppskattade att maskinen använde cirka en tredjedel av sin motorkapacitet för sitt arbete. Majsbordet lämnade relativt hög stubb, i genomsnitt ca 30 cm hög. Detta till stor del för att hampan låg ner på stora områden över fältet. Strängarna efter maskinen var jämna och väldefinierade.

Strängläggaren fungerade också bra och kunde köras med mycket lägre i stubbhöjd jämfört med exakthacken. Stubbhöjden blev 10 – 20 cm hög. På vissa ställen på fältet med stark "ligghampa" kunde maskinen bara köras på ett håll. Maskinen kördes denna dag fram i cirka 4 km/timme och teoretiska avverkningen blir då 1,8 ha/timme. Strängarna efter denna maskin blev för breda för pressen och materialet i strängen såg rörigt ut.

Försök 2.

De 102 plantor som vi vägde (se Bilaga 4 och 5) upp visade att varje centimeter som lämnas kvar som stubb betyder ca 0,9 % av den totala skörden i våtvikt. När vattnet är borttorkat i växtmaterialet så stämmer inte detta förhållande. På grund av att hampan på våren har högre vattenhalt längst ner i plantan gjorde Thomas Prade en uppvägning av stubbhöjdsbitarna efter torkning. Beräkningar visade att det inte blir mer än 0,5 % av ts-skörden som skall räknas bort per cm stubbhöjd.

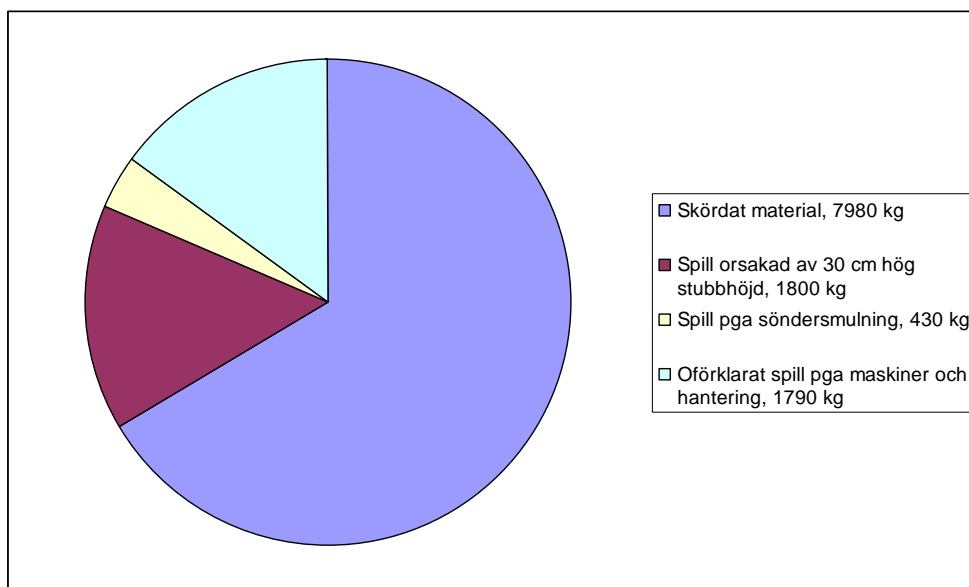
Stubbhöjdsförsöket med exakthacken visar att vi har ett stubbhöjdsspill på 15 % av totala skörden, orsakat av de 30 cm stubb som maskinen satte av. Drar vi bort 15 % från de uppmätta 12 ton ha får vi 10 200 kg kvar. Drar vi bort vår faktiska skörd (7980) som vi har i balarna, så fattas det 2220 kg som antas vara söndersmulat material på marken och eventuellt oförklarat spill.

Försök 3.

Vi fick ihop 0,15 kg ts hampa på marken (se Bilaga 3) som smulats sönder av maskinerna på en löpmeter. Omräknat i hektar blir det ca 430 kg per hektar som motsvarar 3,6 % av de 12 ton vi hade från början.

Sammanfattning av försöken.

En sammanställning av försöken visar att den skördade mängden hampa i rundbal blev 7980 kg ts per hektar. Skörden borde uppgå till 9770 kg ts per hektar vid 30 cm stubbhöjd och ett spill pga söndersmulning på 430 kg ts per hektar. Vi har alltså ett oförklarat spill på 1790 kg, vilket motsvarar 18 % av uppmätt skörd enligt skörderutorna (figur 15).



Figur 15. Analys av skördad mängd hampa och spill.

DISKUSSION

Det är roligt att hampan sen några år åter finns som alternativ i den svenska odlingen. Nu kan vi återuppta den förlorade kunskap och kompetens om hampaodling som en gång fanns i vårt land. Vi tror att dagens höga spannmålspriser inte kommer att hållas uppe om vi ökar våra spannmålsodlingar genom att odla upp trädorna och ekonomiskt optimera odlingen och därigenom samtidigt riskerar tära på våra växtföljder. Vi anser att vinsten från spannmålen kan bidra till en andel hampa i växtföljden. Om vi ska producera energi, fibrer eller livsmedel av hampa spelar mindre roll. Kan vi lyckas skörda växten utan problem, få betalt för varan samt vinna bättre växtföljd och förfrukt har hampan fortsatt stor potential.

Det har varit ett intressant arbete att se och prova de olika teknikerna som finns för vårskörd av hampa till stråbränsle. De två maskintyperna som vi provat är de som står till förfogande i dagsläget och det har varit givande att göra en direkt jämförelse med dem i fält och se på skillnader dem emellan.

Genom vår studie har vi kunnat konstatera att det fungerar att skörda hampa med rörliga delar och därmed bestrider vi Bernesson (2006) om att det inte går. Ett majsbord har definitivt rörliga delar och det fungerade bra. Vi anser att den självgående hacken med majsbord fungerar bättre jämfört med rapshuggaren. Den har en högre kapacitet genom att den avverkar fler antal hektar per timme. Man kan köra med en högre hastighet, vilket gör antalet arbetstimmar färre. Maskinen har en bättre förmåga att svälja undan materialet och det stoppar inte lika mycket som vid körning med rapshuggaren. Dessutom lägger exakthacken jämnare och bättre strängar efter sig jämfört med rapshuggaren. Jämna strängar är till stor fördel eftersom det strular mindre vid pressning, vilket bör ge mindre spill. Det blir också mindre spill om man kan slippa att köra i det stränglagda materialet som var fallet efter rapshuggaren. Annars får man bredda spårvidden på traktorn och eventuellt modifiera pickupen på pressen.

Det som är till nackdel för den självgående hacken är att den är dyrare att köra med. Hacken är aggressivare mot växten och medför mer spill samt att det tillhörande majsbordet idag inte kan köra med lägre stubbhöjd än ca 25 cm. Det hade varit önskvärt att få ner majsbordet närmare marken, vilket rent tekniskt inte borde vara något större problem. Ett förslag är att montera lägre framdäck på maskinen och på så sätt få bordet närmare marken. Sätter man däremot majsbordet i frontlyften på en traktor, kan man med hjälp av en hydraulisk tryckstång, vinkla ner bordet i önskad höjd vid skörden.

Rapshuggaren kan i stort sett köra ända ner till marken med sitt bord om det är önskvärt och om förutsättningar finns över fältet. En nackdel med rapshuggaren är att det börjar bli få sådana maskiner i landet och ännu färre som är av nyare årsmodell. Detta gör det osäkert att satsa på denna maskintyp då det blir olika tekniska resultat på dem vid ombyggnader. Självgående exakthackar finns det relativt gott om och tendensen är att de ökar i antal.

Kan vi koppla på en press bakom exakthacken som har motoreffekt över vid strängläggningen så blir ekonomin bättre. Specialtrumman som vi testade satt på en Claas

Jaguar, men fungerar på de flesta självgående exakthackar av andra märken. Den kan också sättas mellan ett majsbord och fronten på en traktor.

Att försöka kartlägga spill vid skörd visade sig med facit i hand inte lätt och resultatet blev inte vad vi väntade oss. Vi hade räknat fram en genomsnittsskörd på 12 ton ts per ha, men fick bara 7980 kg.

Spillet i stubben är vid 30 cm höjd framräknad till 15 % dvs. 1800 kg. Ett orienterande försök visade att det fanns cirka 430 kg hampa kvar i fält som uppkom genom sönder-smulning av skördemaskinerna. Det fattas således 1790 kg eller 18 % som vi inte kan förklara.

Vi anser dock att försök 3 (uppmätning av söndersmulat material) bör upprepas för att få ett rättvist värde. Vi mätte bara på ett ställe och det var inte enkelt att få upp alla bitar. Detta tror vi är en stor felkälla som borde minska de 18 % i oförklarad spill. Vi har därför som förslag till vidare studier att undersöka detta spill mer noggrant.

Vidare tror vi att skördemängden uppmätt i våra skörderutor kan ge en lite för hög skördeuppskattning. 12 ton ts hampa per hektar låter inte orealistiskt, men vi tror att variationerna är för höga för att det ska räcka med de tio skörderutor som vi hade i vårt försök. Våra balar visade en skörd på strax under 8 ton ts vilket inte är långt från den sämsta skörderutan och det var ändå utan att dra ifrån något spill.

Vårt resultat som visade att det var högre vattenhalt längst ner i plantan var en intressant iakttagelse angående stubbhöjdsförluster. Vi blev förvånade över att det skiljde så pass mycket. Spillet blev större än vad vi trodde då det är 0,5 % ts-förlust per cm stubbhöjd och inte så mycket som vi mätte fram i våtvikt d.v.s. nästan dubbelt så mycket.

En sak som är värd att diskutera är vad som egentligen bör definieras som skördespill. Vi kan inte acceptera ett stort spill i en gröda där hela produktionen skall användas för stråbränsle. Vårt försök visar att växtdelen längst ner är oönskad i balarna, då den innehåller mycket mer vatten än resten av plantan. Därför anser vi att stubben är en förlust av grödan som inte bör räknas som skördespill.

Vi kan inte skörda hampa utan en viss stubbhöjd vid rationell skörd och önskvärd vattenhalt i materialet. Däremot är det viktigt att ge optimala förutsättningar vid sådd för att kunna skörda med så låg stubbhöjd som möjligt. Tyvärr verkar väder och vind under vintern spela en avgörande roll i detta avseende då hela fält lätt kan lägga sig ner med hög stubb som följd vid skörd. Alltså borde det vara intressant att ta reda på vilken höjd i plantan där vattenhalten blir mycket mindre, alltså punkten som ska bestämma på vilken höjd man bör sätta stubben på när man skördar hampa på våren.

Vi antog att en rimlig stubbhöjd var 20 cm och utgick efter det. Men egentligen borde vi mätt cm för cm på plantan för att få fram den optimala stubbhöjden vid skörd av plantan. Detta bör framtida forskning undersöka närmare.

Slutsats

Med vårt arbete har vi kommit fram till att hampan inte ska läggas på marken innan pressning samt att det är viktigt att få ner stubbhöjden till rätt höjd. Vilken som är rätt höjd på stubben angående vattenhaltens brytpunkt, dvs. höjden där det är optimalt att hugga av hampan, måste redas ut i framtiden.

Ett majsbord som modifieras så att den kommer ner närmare marken i kombination med ett transportband som för in materialet i en press vore den rätta modellen. Detta koncept finns beskrivet ovan med en traktor som dragare och används vid skörd av elefantgräs i Österrike. Detta borde fungera utmärkt med den självgående exakthacken vi använde oss av i försöket då den har gott om motoreffekt över för att driva en press.

Avslutningsvis måste sägas att det vore värdefullt för Sveriges bönder om de ledande tillverkarna och dess importörer av jordbruksmaskiner visar större intresse för problematiken runt vårskörd av hampa.

REFERENSER

SKRIFTLIGA

Bernesson, Sven, 2006. Hampa till bränsle, fiber och olja – en liten handbok
Rapport från SERO.

Ekman, Rune, 2008. ”<http://www.bionic.nu>”, 21 april 2008.

Hansson, Ingrid, 2005:24. Skördemetoder av industrihampa, examensarbete inom
Lantmästarprogrammet 2005, SLU Alnarp.

Hartmann, H., 1997. Analyse und Bewertung der Systeme zur Hochdruckverdichtung
von Halmgut, Gelbes Heft nr60, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung,
Landwirtschaft und Forsten, Selbstverlag, München, 1997.

Sjödahl, Roger. Spill vid vårskörd av hampa, examensarbete inom
Lantmästarprogrammet 2007, SLU Alnarp.

MUNTliga

Andersson, Per-Uno, Ringsjö maskin, Hörby, april 2008.

Heggelund, Jørgen, Heggelunds maskinstation, Bjæverskov, Danmark, april 2008.

Jonsson, Stina, Gudhems Kungsgård, Falköping, april 2008.

Liljenberg, Ronny, Liljenbergs maskinstation, Billinge, april 2008.

Prade, Thomas, doktorand, LTJ-fakulteten SLU Alnarp, april 2008.

Svensson, Sven-Erik, universitetsadjunkt, LTJ-fakulteten SLU Alnarp, april 2008.

BILAGOR

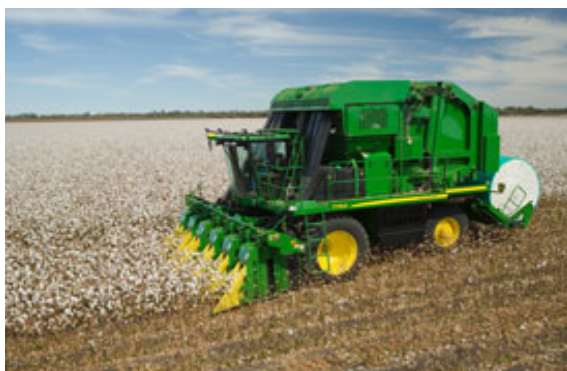
Bilaga 1.



Denna skördemaskin används för att skörda bomull. Maskinen skördar bomullen på rot, varefter det lösa materialet hårt pressas ihop till en fyrkantig bal. Storleken på balarna är anpassade så att lastbilar backar till och drar upp balen på flaket.

<http://www.caseih.com/products/series.aspx?seriesid=2880&lineid=4&&navid=105&RL=ENNA>

<http://www.caseih.com/products/series.aspx?&navid=105&RL=ENNA&seriesid=2880&lineid=4&featuresid=8235>



Det här är också en skördemaskin för bomull. Den är framtagen av John Deere och gör runda balar av materialet med plast runt om.

http://www.deere.com/en_US/ag/feature/2007/product_intro/7760cotton_picker.html

http://salesmanual.deere.com/sales/salesmanual/images/NA/cottonharvesting/features_attachment/7760/452704_field_shot.jpg

Bilaga 2. Provrutor.

Provrutor:	Beräknad ts-skörd 16/3 -08	Beräknad ts-skörd 7/4 -08
1	13,7	12,7
2	13,3	13,0
3	11,0	12,1
4	12,5	12,6
5	12,0	12,6
6	11,0	14,6
7	11,6	7,8
8	14,6	10,2
9	11,7	12,1
10	9,5	12,2
Medelvärde:	12,1	12,0

Bilaga 3. Uppsamlat spill.

Delprov:	Ts-vikt:
1	39,3
2	45,7
3	38,3
4	26,7
Totalt: (g)	150,0

Bilaga 4. Stubbhöjdens betydelse för totala skördespillet.

Plantvikt	Stubbhöjdens vikt	S/P i %	Plantvikt	Stubbhöjdens vikt	S/P i %
62,53	9,61	15%	46,04	8,01	17%
54,88	7,22	13%	24,87	4,46	18%
57,29	8,79	15%	49,72	6,52	13%
18,13	3,52	19%	73,09	11,24	15%
9,49	1,97	21%	56,26	9,40	17%
16,96	2,65	16%	47,38	5,03	11%
30,39	3,89	13%	20,84	2,53	12%
38,06	7,23	19%	39,45	7,31	19%
24,96	3,58	14%	43,57	5,47	13%
19,9	2,62	13%	33,1	8,15	25%
39,84	5,25	13%	36,29	5,61	15%
44,52	7,79	17%	43,7	6,98	16%
26,03	3,07	12%	26,04	2,09	8%
54,86	12,44	23%	57,58	10,89	19%
21,17	3,39	16%	36,91	1,87	5%
32,39	5,6	17%	47,69	8,77	18%
41,52	6,4	15%	57,27	11,35	20%
28,25	4,03	14%	16,85	3,76	22%
29,42	4,13	14%	34,98	8,23	24%
42,22	5,77	14%	50,28	5,49	11%
13,34	2,64	20%	35,62	6,62	19%
36,34	4,88	13%	31,06	7,14	23%
52,51	10,33	20%	26,15	2,35	9%
31,01	5,85	19%	25,85	5,24	20%
18,08	3,11	17%	21,13	2,11	10%
75,47	16,78	22%	50,55	4,97	10%
29,37	2,93	10%	23,35	3,2	14%
8,73	1,80	21%	55,8	11,77	21%
24,25	7,32	30%	37,21	10,93	29%
36,35	7,69	21%	41,03	6,61	16%
46,15	10,76	23%	13,34	1,64	12%
48,07	10,78	22%	19,69	3,05	15%
30,41	4,71	15%	22,51	9,68	43%
32,33	4,79	15%	22,46	2,31	10%
20,75	3,66	18%	33,19	3,97	12%
52,29	11,51	22%	16,06	2,29	14%
32,07	6,33	20%	23,55	2,34	10%
34,79	7,09	20%	33,34	4,16	12%
18,9	4,10	22%	12,86	2,61	20%
31,15	5,01	16%	41,98	3,38	8%
41,91	6,87	16%	51,42	8,64	17%
61,33	9,40	15%	30,09	5,60	19%
38,11	7,46	20%	27,9	4,45	16%
37,56	7,69	20%	46,18	6,98	15%
56,82	13,26	23%	52,61	10,41	20%
31,3	4,13	13%	23,6	3,43	15%
28,65	6,56	23%	48,15	7,84	16%
64,98	6,08	9%	39,52	5,88	15%
63,94	7,57	12%	30,22	5,93	20%
22,38	2,78	12%	45,38	9,16	20%
30,62	5,90	19%	18,58	3,41	18%

Bilaga 5. Stubbh jdsspill

